

## Challenge 3, Oscillations et Ondes

Date de rendu: 15. novembre

### Un pendule dans un condensateur (14 points)

Dans ce problème, on souhaite étudier le comportement d'un pendule dans un champ électrique. Pour ce faire, on considère un condensateur plan (idéal) avec des plaques de surface  $A = 1 \text{ m}^2$ , éloignées d'une distance  $d = 20 \text{ cm}$ , ainsi qu'une petite boule de masse  $m = 5 \text{ g}$ , attachée à un fil de longueur  $l = 10 \text{ cm}$ .

#### Partie A. Champ électrique (3 points)

- i. (1 pt.) Calculer la capacité  $C$  du condensateur.
- ii. (2 pt.) Calculer la tension et le champ électrique lorsque le condensateur porte une charge  $Q = \pm 2 \mu\text{C}$ .

#### Partie B. Oscillation (11 points)

Si vous n'avez pas pu résoudre les tâches précédentes, utilisez un champ électrique de  $E = 2.26 \text{ MV} \cdot \text{m}^{-1}$  pour les exercices suivantes.

- i. (2 pt.) On place à présent le pendule au mi-

lieu du condensateur dont les plaques sont parallèles au plan  $yz$  (i.e. verticales par rapport au champ gravitationnel); la boule est chargée avec  $q = 200 \text{ nC}$ . Esquisser les forces agissant sur la boule ainsi que la force résultante.

- ii. (2 pt.) Quel est l'angle formé par le pendule au repos avec la verticale?

- iii. (5 pt.) Si on déplace le pendule d'un petit angle par rapport à sa position d'équilibre, il va en résulter une oscillation (approximativement harmonique). Calculer la fréquence de ces oscillations.

Indication: Pour  $x \ll 1$ , on pourra utiliser  $\sin x \approx x$

- iv. (2 pt.) De quelle manière est modifiée la fréquence des oscillations si la tension du condensateur est maintenue constante et la distance entre les plaques est augmentée de  $\Delta d = 5 \text{ cm}$ ?